

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-264215

(43)Date of publication of application : 20.10.1989

(51)Int.Cl. H01L 21/20
H01L 21/263

(21)Application number : 63-091700

(71)Applicant : AGENCY OF IND SCIENCE &
TECHNOL

(22)Date of filing : 15.04.1988

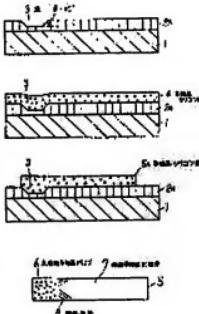
(72)Inventor : YAMAZAKI GENICHI
AKIYAMA SHIGENOBU

(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a single-crystal semiconductor island having a desired plane orientation by a method wherein a groove having an inclination at a stepped part is formed selectively in an insulator, a non-single crystal semiconductor is formed on the insulator, the non-single crystal semiconductor on the groove is made unmelted even against a laser beam annealing operation and a crystal is grown by making use of the unmelted non-single crystal semiconductor as a seed.

CONSTITUTION: A groove 3 having an inclination of $\theta = 40^\circ$ or lower at stepped parts is formed selectively in SiO₂ 2A; by executing a growth operation at a formation temperature of 610°C, a polycrystalline silicon film 4 having a (100) plane orientation of 100% is formed on the SiO₂ 2A; a polycrystalline silicon island 5A is left selectively. When a laser beam annealing operation is executed under an optimum condition that a part excluding the groove 3 of the polycrystalline silicon island 5A is melted and made monocrystalline, the substratum SiO₂ 2A is thin at the groove 3 of the polycrystalline silicon island 5A as compared with other parts; accordingly, the thermal conductivity is large and heat escapes easily at the groove; the groove is left as unmelted polycrystalline silicon 6 even against the laser beam annealing operation. After a laser beam L has passed the groove 3 from a state of a grain boundary 8, the unmelted polycrystalline silicon 6 in the groove 3 functions as a seed and a crystal is grown.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]
[Date of extinction of right]

⑫ 公開特許公報 (A) 平1-264215

⑬ Int. Cl.¹
H 01 L 21/20
21/263

識別記号 庁内整理番号
7739-5F

⑭ 公開 平成1年(1989)10月20日

審査請求 有 請求項の数 2 (全5頁)

⑮ 発明の名称 半導体装置の製造方法

⑯ 特 願 昭63-91700
⑰ 出 願 昭63(1988)4月15日

⑱ 発明者 山崎 弦一 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

⑲ 発明者 秋山 重信 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

⑳ 出願人 工業技術院長 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

明細書

1. 発明の名称

半導体装置の製造方法

2. 特許請求の範囲

- (1) 絶縁物上に非単結晶半導体島をレーザビームアーナーによって溶融単結晶化するに際し、前記絶縁物に、段差部に傾斜をつけた溝を選択的に形成し、前記絶縁物上に非単結晶半導体を形成し、前記溝の上の前記非単結晶半導体をレーザビームアーナーによっても未溶融とし、前記未溶融非単結晶半導体を種として結晶成長を行い、所望の面方位をもつ前記単結晶化半導体島を得ることを特徴とする半導体装置の製造方法。

- (2) 非単結晶半導体島は、液圧気相成長法により650°C~750°Cの温度範囲で堆積された多結晶シリコン膜から形成されることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載の半導体装置の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は半導体装置、特に、高集積、高速の高性能を完全絶縁分離された半導体集積回路、即ち、SOI (Semiconductor On Insulator) デバイス用基板の製造方法に関するものである。

従来の技術

近年、半導体集積回路の高密度化、高速化を目指して、SOIデバイスの開発が活発に行われている。SOIデバイスを形成する際に最も重要なのは、絶縁物基板上に単結晶半導体層を形成する技術である。そのなかでも、絶縁物基板上に絶縁分離形成された非単結晶半導体の島にレーザビームや電子ビーム等のエネルギーを照射して、前記島状の非単結晶半導体を溶融し単結晶化する技術は、比較的単結晶の半導体層を得やすい技術であることが知られている。しかし、前記手法では、単結晶化半導体島の面方位を制御し均一化することができず、デバイス特性のばらつきを制御できない。このため、単結晶化後の面方位を制御する手法として、絶縁物基板の一部を開口し、シリコン基板の面方位を引き継がせようとす

る、いわゆる単結晶シード法が用いられてきた。

以下に、従来の半導体装置の製造方法について第3図とともに説明する。第4図は、従来の単結晶シード法を用いた半導体装置の製造工程を、前記半導体装置の断面図によって示したものである。第4図において1はシリコン基板、2は熱成長法で形成したSiO₂である。第4図3は写真食刻法によりSiO₂ 2と選択的に開口部9とを設けた状態である。この後、第4図4に示すように非単結晶半導体例えは気相成長法で多結晶シリコン膜3を堆積し、再び写真食刻法を用いて選択的に多結晶シリコン膜5とを第4図5に示すように残す。次に、第4図6に示すように気相成長法によりSiO₂ 2を形成し、第4図7に示すように写真食刻法を用いて選択的に多結晶シリコン島5と上のSiO₂ 2を除去する。しかるのち、多結晶シリコン島5とレーザビームを照射して溶融せしめ、シリコン基板1と結晶成長の様として単結晶化し、単結晶化したシリコン島の面方位をシリコン基板1と同じになるようにしていた。

本発明は従来のものがもつ、以上のような課題を解消させ、レーザビームアニールによって所望の面方位に制御することが可能となる半導体装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

この目的を達成させるために、本発明は、絶縁物上に非単結晶半導体島を形成するに際し、絶縁物に、段差部に傾斜をつけた溝を選択的に形成し、絶縁物上に非単結晶半導体を形成し、前記溝上の非単結晶半導体をレーザビームアニールによっても未溶融とし、前記未溶融非単結晶半導体を種とした結晶成長を行い、所望の面方位をもつ単結晶化半導体島を得ることを特徴とする半導体装置の製造方法である。

作用

本発明による半導体装置の製造方法では、溝を形成した部分を除いた非単結晶半導体島の最適条件でレーザビームアニールを行った時、前記溝を形成した部分は、他の部分と比べて絶縁物の厚さが薄くなっているため、熱伝導が大きく熱が逃げやすくなるという問題があった。これは、開口部9の下が単結晶シリコンであるため熱伝導が大きく熱が逃げやすいのに対して、開口部9と以外の部分の多結晶シリコン層は保温暖和が大きく熱がこもりやすくなるからである。また、将来の電子の積層化を考えた場合、第5図に示したような構造における多結晶シリコン島5の単結晶化では、レーザビームアニールによる単結晶化シリコン島10を種としなければならないために、単結晶化シリコン島10の結晶性を完全に保証しなければならないという問題や、開口部9と9Bを設けるためにSiO₂の実効的な面積が減り、集積度の向上を妨げるという問題が発生するため、電子の積層化を考慮した面方位制御は、単結晶シード法では実現し得ないという課題があった。

発明が解決しようとする課題

第4図5に示したような半導体装置にエネルギー一ビームを照射し単結晶化を行った場合、開口部9とその他の部分で熱的環境が著しく異なるため、レーザビームアニールの最適条件の決定が非常に難しくなるという問題があった。これは、開口部9の下が単結晶シリコンであるため熱伝導が大きく熱が逃げやすいのに対して、開口部9と以外の部分の多結晶シリコン層は保温暖和が大きく熱がこもりやすくなるからである。また、将来の電子の積層化を考えた場合、第5図に示したような構造における多結晶シリコン島5の単結晶化では、レーザビームアニールによる単結晶化シリコン島10を種としなければならないために、単結晶化シリコン島10の結晶性を完全に保証しなければならないという問題や、開口部9と9Bを設けるためにSiO₂の実効的な面積が減り、集積度の向上を妨げるという問題が発生するため、電子の積層化を考慮した面方位制御は、単結晶シード法では実現し得ないという課題があった。

げやすいので、前記溝を形成した部分の非単結晶半導体は未溶融のまま残る。従って、レーザビームが前記溝を形成した部分を通過した後は、前記未溶融非単結晶半導体を種とした結晶成長が起こる。また、前記溝の段差部には傾斜が設けてあるので、前記結晶成長は非常にめらかに進行する。このとき、非単結晶半導体として、減圧化学気相成長法で形成した多結晶シリコンを用いれば、前記多結晶シリコンには第3図に示したような形成温度に依存した配向性があるため、非単結晶半導体島の材料として所望の配向性をもつ多結晶シリコンを用いることによって、その配向性が単結晶化シリコン島に引き継がれ、所望の面方位をもつ単結晶化シリコン島を得ることが可能となる。

実施例

本発明の実施例を図面に基づき説明する。第1図は、本発明に係る半導体装置の製造工程を、前記半導体装置の断面図によって示したものである。第1図において、1はシリコン半導体基板、2は気相成長法で形成したSiO₂である。第1図3は

は、等真食刻法によって選択的に SiO_2 と IC、段差部に $\theta = 40^\circ$ 以下の傾斜をもつ溝 3 を形成しさらに例えば $\theta = 40^\circ$ とした状態である。次に、第 1 図に示すように SiO_2 と IC 上に減圧化気相成長法によって形成温度 810°C で成長せしめた、100%の(110)面配向性をもつ多結晶シリコン膜 4 を形成する。第 1 図は、等真食刻法により選択的に多結晶シリコン島 5A を残した状態である。この後、第 1 図に示すとく、気相成長法により SiO_2 と IC を形成し、第 1 図に示すように、再び等真食刻法を用いて多結晶シリコン島 5A の上の SiO_2 と IC を選択的に取り除く。

以上のようにして得られた多結晶シリコン島 5A に、溝 3 部分を残した部分が溶融し单結晶化する最適条件、例えばレーザパワー $= 3\text{W}$ 、走査速度 $100\text{mm}/\text{s}$ の条件でレーザビーム L を照射し单結晶化させる。この時の様子を第 2 図とともに説明する。多結晶シリコン島 5A の溝 3 部分を残した部分が溶融し单結晶化する最適条件でレーザビームアーナーを行うと、多結晶シリコン島 5A の溝 3 部分は、他の部分と比べて、下地 SiO_2 と IC の厚さが薄いために、熱伝導率が大きく熱が逃げやすく、レーザビームアーナーによっても未溶融のまま多結晶シリコン 6 として残っている。また、結晶粒界の状態から、レーザビーム L が溝 3 を通過した後は、溝 3 部分の未溶融多結晶シリコン 6 が種となって結晶成長が起こっていることがわかる。この時、溝 3 の段差部には 40° 以下の傾斜をつけてあるので、未溶融多結晶シリコン 6 のもつ配向性は溶融单結晶化部分 7 にスムーズに引き継がれる。

なお溝 3 の段差部の傾斜が 40° を越えると、前段差部での熱伝導率の差が極端に変化するのに、溝 3 部分を残した部分が溶融し单結晶が得られる最適条件の設定が困難となり、前段差部でのシリコンの飛散が発生する。したがって、傾斜は 40° 以下が望ましいがこれに限られるものではない。本実施例の場合、(110)面に 100% 配向している多結晶シリコンを用いているので、

溶融单結晶化部分 7 は(110)面に制御されている。

減圧化気相成長法で形成する多結晶シリコンの配向性は、既に第 3 図で説明したように、多結晶シリコンの形成温度に依存する。従って、あらかじめ所望とする面方位の多結晶シリコン島を上記の方法で成長異方性を利用して形成しておけば、レーザ照射により形成した单結晶化シリコン島の面方位を決定できる。

発明の効果

以上説明したように、本発明によれば、絶縁物上に絶縁分離形成された非单結晶半導体島にレーザビームを照射し、前記島状の非单結晶半導体を溶融・固化し单結晶化する際に、所望の面方位をもった单結晶化半導体島を形成することができ、その実用的効果は極めて大なるものである。

4. 図面の簡単な説明

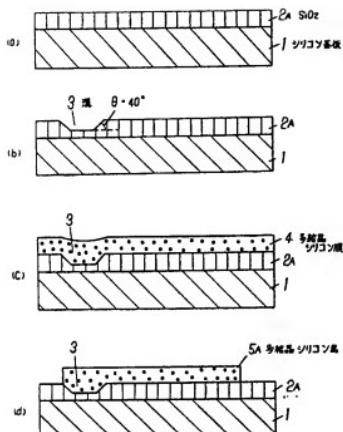
第 1 図 a ~ f は本発明における実施例の半導体装置の製造方法の工程断面図、第 2 図はレーザ照射による半導体島の説明のための平面図、第 3 図は

減圧化気相成長法で形成した多結晶シリコンの配向性の形成温度依存性を示した図、第 4 図 a ~ f は従来の半導体装置の製造方法の工程断面図、第 5 図は他の従来の半導体装置の断面図である。

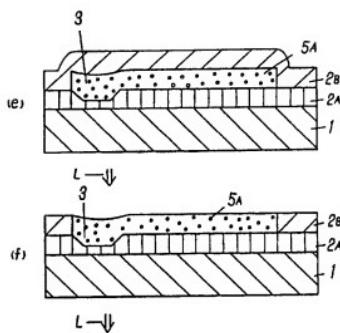
a ……シリコン基板、2A, 2B, 2C, 2D ……
 SiO_2 、3 ……溝、4 ……多結晶シリコン膜、
 5A, 5B ……多結晶シリコン島、6 ……未溶融
 多結晶シリコン、7 ……溶融单結晶化部分、8 ……
 結晶粒界、9A, 9B ……開口部、10 ……单
 結晶化シリコン島。

特許出願人 工業技術院長 板塚 幸三

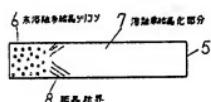
第1図



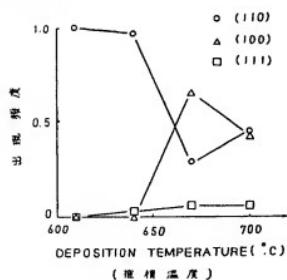
第1図



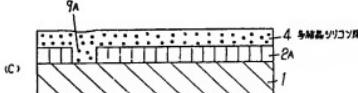
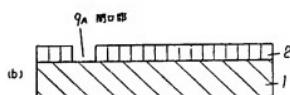
第2図



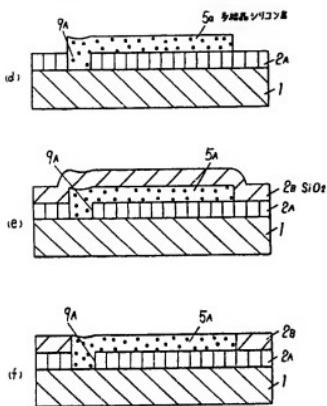
第3図



第4図



第4図



第5図

